

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-215241

(43)Date of publication of application : 31.07.2002

(51)Int.Cl.

G05D 7/06  
B81B 1/00  
F15B 21/06  
F16K 13/00

(21)Application number : 2001-013056

(71)Applicant : NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL &amp; TECHNOLOGY

(22)Date of filing : 22.01.2001

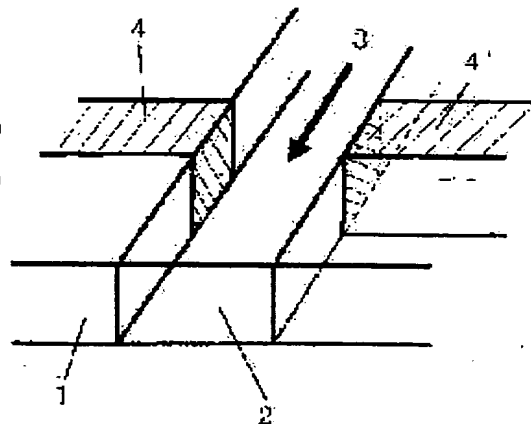
(72)Inventor : UENO NAOHIRO  
AKIYAMA MORIHITO  
NAKAMURA HIROYUKI

## (54) METHOD FOR CONTROLLING FLOW RATE AND MICRO-VALVE TO BE USED FOR THE METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a new method capable of controlling the flow rate of a fine passage by utilizing the physical property of fluid itself flowing through the passage without using a mechanical element or a special material.

**SOLUTION:** A fine passage is closed by solids generated by cooling a fluid reversibly capable of phase transition between solid and liquid under a heat less than a phase transition point while allowing the fluid to flow into a fine passage formed by grooving an adiabatic solid substrate and the solid is heated more than the phase transfer point to open the passage to control the flow rate of fluid in the fine passage. A micro-valve to be used for the control of the flow rate is constituted of the fine passage formed by grooving the adiabatic solid substrate, the fluid filled in the passage and reversibly capable of phase transition between solid and liquid and a temperature control means capable of heating and cooling the fluid arranged on a proper position in the fine passage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3548858

[Date of registration] 30.04.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-215241

(P2002-215241A)

(43)公開日 平成14年7月31日(2002.7.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマート*(参考)
G 0 5 D 7/06		G 0 5 D 7/06	Z 3 H 0 8 2
B 8 1 B 1/00		B 8 1 B 1/00	5 H 3 0 7
F 1 5 B 21/06		F 1 5 B 21/06	
F 1 6 K 13/00		F 1 6 K 13/00	B

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願2001-13056(P2001-13056)

(22)出願日 平成13年1月22日(2001.1.22)

(71)出願人 301021533

独立行政法人産業技術総合研究所

東京都千代田区霞が関1-3-1

(72)発明者 上野 直広

佐賀県鳥栖市宿町字野々下807番地1 経  
済産業省産業技術総合研究所九州工業技術  
研究所内

(72)発明者 秋山 守人

佐賀県鳥栖市宿町字野々下807番地1 経  
済産業省産業技術総合研究所九州工業技術  
研究所内

(74)代理人 100071825

弁理士 阿形 明

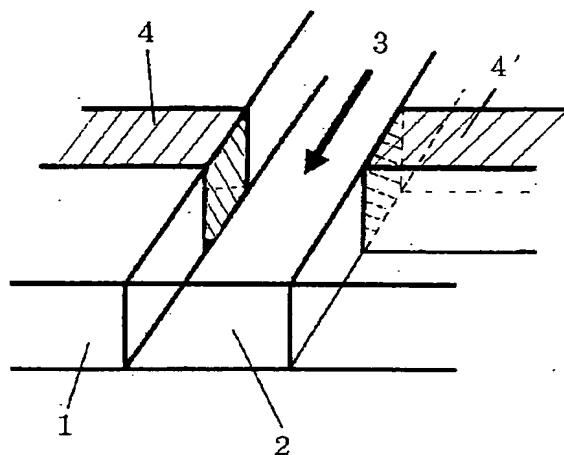
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流量の制御方法及びそれに用いるマイクロバルブ

(57)【要約】

【課題】 機械的素子や特殊な材料を用いることなく、  
流路中を通る流体自体の物性を利用して微小流路の流量  
を制御しうる新規な方法を提供する。

【解決手段】 断熱性固体基板に穿設した微小流路に、  
熱により可逆的に固液相転移しうる流体を流しながら、  
相転移点以下に冷却して生成した固体をもって流路を閉  
塞し、また相転移点以上に加熱して流路を開放すること  
により微小流路内の流体の流量を調節する。またそれに  
用いるマイクロバルブとして、断熱性固体基板に穿設さ  
れた微小流路、その流路内に充填された熱により可逆的  
に固液相転移しうる流体及びその微小流路の適所に配置  
された流体を加熱及び冷却しうる温度制御手段から構成  
されたものとする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 断熱性固体基板に穿設した微小流路に、熱により可逆的に固液相転移しうる流体を流しながら、相転移点以下に冷却して生成した固体をもって流路を閉塞し、また相転移点以上に加熱して流路を開放することにより微小流路内の流体の流量を調節することを特徴とする流量の制御方法。

【請求項2】 冷却又は加熱を徐々に行って、流路断面積を連続的に変化させる請求項1記載の流量の制御方法。

【請求項3】 断熱性固体基板に穿設された微小流路、その流路内に充填された熱により可逆的に固液相転移しうる流体及びその微小流路の適所に配置された流体を加熱及び冷却しうる温度制御手段から構成されたマイクロバルブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、微小流路内を通る流体の流量を何ら機械的な開閉機構を用いずに任意に調節しうる流量の制御方法及びそれに用いるマイクロバルブに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】これまで微小流路内の流量の制御は、普通通法の装置に用いられているバルブ機構を単に小型化したものや、膜状の弁を利用した開閉機構を用いて行われている。しかしながら、これらの方法は、いずれも機械的な動作要素を必要とするため、長期間にわたって使用すると部品の摩耗や腐食により精度が低下するのを免れない上に、摩耗や腐食が著しくなると流体の漏れを生じるおそれがある。しかも、動作部分にはアクチュエータが用いられるため、機構自体が複雑化し、また所望の流量が得られるようにバルブの開閉状態を調整するには、特殊な制御機構を用いなければならないため、連続的流量制御には構造が著しく複雑化するという欠点がある。

【0003】他方、化学IC内部にある複数の流路を動的に切り替え、反応系の動的改変を行うために、形状記憶合金を利用したマイクロ切り替えバルブチップも提案されているが、この方法も形状記憶合金という特殊な材料を用いる必要がある上に、光硬化性樹脂をもって特定形状の弁を成形しなければならないという煩雑さを伴い、実用に供するにはいくつかの解決しなければならない問題がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来の微小流路の流量制御方法における欠点を克服し、機械的素子や特殊な材料を用いることなく、流路中を通る流体自体の物性を利用して微小流路の流量を制御しうる新規な方法を提供することを目的としてなされたものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者は、微小流路内の流量を制御する方法について種々研究を重ねた結果、可逆的に固相-液相変化しうる流体を流路に通し、流路中の適所にこの流体を冷却及び加熱する機構を設けて、流体自体の固相化状態を任意に形成させ、その固相をもって流路を遮断し、流れを阻止すれば、流体の流量を連続的に変えうることを見出し、この知見に基づいて本発明をなすに至った。

【0006】すなわち、本発明は、断熱性固体基板に穿設した微小流路に、熱により可逆的に固液相転移しうる流体を流しながら、相転移点以下に冷却して生成した固体をもって流路を閉塞し、また相転移点以上に加熱して流路を開放することにより微小流路内の流体の流量を調節することを特徴とする流量の制御方法、及び断熱性固体基板に穿設された微小流路、その流路内に充填された熱により可逆的に固液相転移しうる流体及びその微小流路の適所に配置された流体を加熱及び冷却しうる温度制御手段から構成されたマイクロバルブを提供するものである。

## 【0007】

【発明の実施の形態】次に、添付図面に従って本発明方法をさらに詳細に説明する。図1は、本発明方法の基本理論を説明するための斜視図であって、断熱性材料で構成した基板1に微小流路2が穿設され、その微小流路2の両側面に温度制御機構4、4'が配置されている。そして、この微小流路2に可逆的に固液相転移可能な流体3を転移点以上の温度を維持して流すと、この微小流路2には流体3が液相を保ち、自由に流通するが、温度制御機構4、4'を作動し、流体3を転移点よりも低く冷却すると、この位置で固相に変化し、流れが阻止され、閉止状態となる。次に、温度制御機構4、4'を作動させて、流体3を転移点以上に加熱すると、固相は液相に変化し、流体3は自由に流れるようになり、開放状態となる。

【0008】本発明方法において、固体基板1を形成する材料としては、断熱性材料、例えばセラミックス、プラスチック、黒鉛、木材などが好ましいが、断熱加工した金属も用いることができる。次に、この断熱性材料に穿設される微小流路としては、表面を掘削した条溝や内部を貫通した管路を挙げることができ、これらの寸法として径0.1~1mmの範囲が選ばれる。また、流体としては、可逆的固液転移性感熱樹脂、例えばポリ(ジイソプロピルアクリルアミド)、高級炭化水素油、例えばパラフィン、低融点合金などが用いられるが、特に感温性の作用流体が好適である。

【0009】また、微小流路2の側面に配置される温度制御機構4、4'としては、冷却・加熱の両方が可能なペルチェ素子が好適である。この際、熱容量を大きくするために大型素子を用いる必要があって、微小流路2の近傍に配置できない場合には、基板1より熱伝導率の高

い材料で該素子から流路2まで熱伝導チャンネルを形成させるのがよい。

【0010】本発明方法においては、流路2が微小であるため、流体の熱容量は小さく、熱伝導も短時間で行われやすいので、温度制御機構4、4'の熱容量を十分に大きくすれば、凍結、融解を短時間で起させることができ、流路の閉止、開放を容易に実現することができる。この際、流体として転移点以下に冷却できないもの、例えば気体を用いる場合には、温度制御機構4、4'で囲まれた個所にだけ、側流としてバルブ作動用液体を流すことによって閉止状態を実現することができる。

【0011】本発明方法においては、流量を連続的に変化させることもできる。図2は、この方法を説明するための流量の変化を示すグラフである。すなわち、微細流路2の一方の側面に配置された温度制御機構4を流体の転移点以下に、他方の側面に配置された温度制御機構4'を転移点以上に調整すると、図2の実線で示されるような温度勾配が生じる。そして、転移点以上の範囲では流体は円滑に流れるが、転移点以下の範囲では、流体\*

\*が凍結し、流れを妨げるので流量は減少する。したがって、このような機構を用い、温度差によって流体の固相部分の割合を調整すると流量を連続的に変えることができる。

【0012】

【発明の効果】本発明によると、特別な付属装置を用いることなく、単に微小流路内を流れる流体の固液相変化を利用するだけで、微小流路内の流量制御を行うことができる。

10 【図面の簡単な説明】

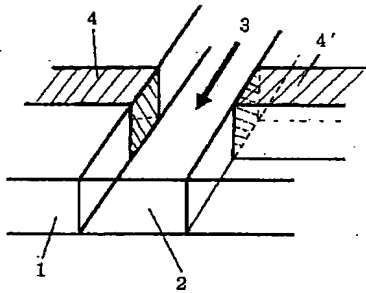
【図1】 本発明方法の基本原理を示す斜視図。

【図2】 流体の流量を連続的に制御する方法を説明するための流量変化グラフ。

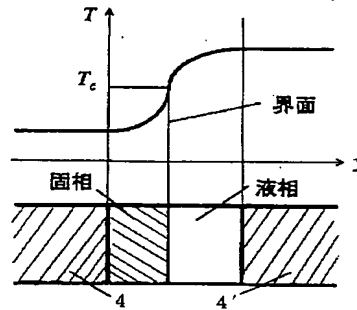
【符号の説明】

- 1 断熱性基板
- 2 微小流路
- 3 流体
- 4, 4' 温度制御機構

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成14年1月15日(2002. 1. 15)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】 微小流路の一方の側面に配置された温度制御手段を流体の相転移点以下に、他方の側面に配置された温度制御手段を相転移点以上に調整することによって、該流路の断面積を連続的に変化させる請求項1記載の流量の制御方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】本発明方法においては、流量を連続的に変化させることもできる。図2は、この方法を説明するための温度制御機構の断面図及び流路の流れ方向に垂直な断面内における温度分布を示すグラフである。すなわち、微小流路2の一方の側面に配置された温度制御機構4を流体の転移点以下に、他方の側面に配置された温度制御機構4'を転移点以上に調整すると、図2の実線で示されるような温度勾配が生じる。そして、転移点以上の範囲では流体は円滑に流れるが、転移点以下の範囲では、流体が凍結し、流れを妨げるので流量は減少する。したがって、このような機構を用い、温度差によって流

体の固相部分の割合を調整すると流量を連続的に変えることができる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図 2

\* 【補正方法】変更

【補正内容】

【図 2】 流体の流量を連続的に制御する方法を説明するための温度制御機構の断面図及び流路の流れ方向に垂直な断面内における温度分布を示すグラフ。

---

フロントページの続き

(72)発明者 中村 浩之

佐賀県鳥栖市宿町字野々下 807 番地 1 経  
済産業省産業技術総合研究所九州工業技術  
研究所内

F ターム(参考) 3H082 AA25 BB08 CC05 DB01

5H307 AA18 BB05 BB07 BB10 DD11

EE36 EE38 JJ10